

## Capítulo VII

# **La ingeniería genética y la intensificación de la agricultura argentina: algunos comentarios críticos**

Walther Pengue

Hay en Argentina más de 10 millones de hectáreas sembradas con rubros transgénicos, lo que sitúa al país en el primer lugar, entre las naciones en desarrollo, en cuanto a superficie plantada con estas variedades.

La liberación comercial de estos productos ha sido autorizada en cerca de 15 países, pero sólo en Argentina, Australia, Canadá, China y los Estados Unidos han sido adoptados en forma masiva, en rubros tales como la soja, el maíz, la papa, la colza, el tabaco y el algodón, caracterizados por la utilización del herbicida glifosato y de sustancias que tornan a las plantas menos vulnerables al ataque de los lepidópteros.

El complejo oleaginoso se ha transformado en la rama más dinámica del sector agrícola argentino, con ventas anuales de más de 5.000 millones de dólares entre tortas, aceites y granos. Estos productos tienen una participación importante en el comercio mundial correspondiente, que en el caso del aceite de soja llega a 38,5% y a 36% en el de las tortas. El complejo está dotado de una capacidad de molienda moderna, que en su mayor parte se halla en manos de capitales extranjeros.

La expansión del complejo oleaginoso tiene su eje central en la soja, primero convencional y ahora transgénica, sobre la base del sistema de siembra directa. La soja, que prácticamente ha reemplazado al maíz en la región pampeana, se ha extendido en los últimos cinco años hacia zonas hasta entonces vírgenes, ambientalmente más sensibles que la pampa, merced al uso de variedades transgénicas adaptadas a las condiciones de esos territorios.

Debido en parte a este proceso, se ha expandido la frontera agropecuaria y ha aumentado 13% la superficie agrícola, a diferencia de lo que ocurre en los Estados Unidos, donde esa expansión no supera el 5%, y en abierto contraste con el fenómeno que se está dando en la UE, donde la superficie cultivada ha registrado últimamente un decrecimiento anual de 4%, a causa de la multifuncionalidad de la agricultura, el sostenimiento de la familia rural y el cuidado del ambiente.

Todo ello ha ido acompañado de un aumento y una intensificación del uso de insumos tales como nuevas semillas, herbicidas, curasemillas, arrancadores y fertilizantes, proceso que podría interpretarse como una nueva versión de la revolución verde, directamente impulsada por intereses supranacionales. En efecto, ninguna de las nuevas tecnologías ha nacido en América Latina y el Caribe; todas son simplemente adaptaciones locales de investigaciones desarrolladas en los países del norte. Se establece así una fuerte dependencia con respecto al insumo importado, lo cual podría ocasionar, ante cualquier cambio coyuntural externo o interno, efectos importantes sobre la autosuficiencia alimentaria de los países de la región.

## **1. El modelo agrícola argentino**

En Argentina, los primeros cultivos transgénicos surgieron en la zona de mayor potencial agropecuario del país, la región pampeana, pero en el breve lapso de cinco años la totalidad de los agricultores habían adoptado ya las sojas RG, resistentes al glifosato.<sup>1</sup> Para ello adquirieron el paquete de semillas y herbicidas ofrecido por diversas compañías multinacionales, por ser más baratos y de manejo más fácil que los convencionales. Posteriormente se adoptaron otros productos transgénicos, si bien a tasas más moderadas, entre ellos los maíces Bt, resistentes a orugas, los algodones Bt, y, en forma más reciente, los maíces RG o la soja RRt. Sin embargo, contrariamente a lo que se pensaba, el desarrollo de estos cultivos transgénicos no redundó en una revolución

---

<sup>1</sup> Hasta donde se sabe, la tasa de adopción tecnológica verificada en Argentina con los productos transgénicos no tiene precedentes, por lo menos desde un punto de vista temporal.

tecnológica que contribuyera a paliar los actuales problemas alimentarios y ambientales, pues si bien esa primera camada de productos permitió aumentar el rendimiento físico, trajo consigo, al mismo tiempo, una serie de graves secuelas socioeconómicas y ambientales. Se sigue así en el marco de un sistema agrícola no sustentable, basado en el uso intensivo de los recursos naturales, en el que la necesidad de elevar el rendimiento va acompañada de una carga continua de insumos y de demandas energéticas crecientes.

Como se dijo, los primeros cultivos transgénicos correspondieron principalmente a soja RG, plantada en siembra directa, una de las prácticas agrícolas más difundidas en los últimos años, especialmente en Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires. Aparte de facilitar el laboreo y reducir los costos, la siembra directa ha permitido disminuir la erosión de los suelos e incluso recuperarlos. Sin embargo, ello ha ido acompañado de un uso cada vez mayor de insumos químicos, especialmente herbicidas y fertilizantes, y, por tanto, de impactos cada vez más fuertes sobre la flora microbiana, de cambios en la población de plagas y de la aparición de nuevas enfermedades.

En respuesta a la demanda de siembra directa, hubo importantes mejoras en el germoplasma de las variedades de soja, lográndose líneas mejor adaptadas y un mejor desempeño agronómico para los diferentes grupos de madurez, lo cual, como se indicó, ha permitido ampliar la frontera agropecuaria hacia zonas situadas en el noreste y el noroeste del país.

El modelo de siembra directa reemplazó al anterior sistema de rotación de cultivos y explotación ganadera, que aseguraba la fertilidad y la recuperación natural de los suelos. Para dar buenos resultados, la siembra directa necesita ciertos insumos básicos, tales como agroquímicos y maquinaria adecuada. Más aún, implica aumentar el uso de fertilizantes sintéticos, como lo demuestra el hecho de que el volumen de éstos se elevó de 300.000 toneladas en 1991 a casi 2 millones en 2000. Otro salto importante, que forma parte de la actual estrategia productiva, se dio en la oferta de semillas de soja RG, de modo que en el presente ya resulta difícil encontrar en Argentina semilla convencional.

Cabe destacar aquí la diferente participación que ha correspondido en uno y otro proceso de avance tecnológico a los organismos de investigación del Estado, como el INTA y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y a los organismos de investigación privados: mientras en la revolución verde los principales difusores de las nuevas semillas y tecnologías eran los organismos estatales, en el proceso actual su participación es totalmente secundaria, por no contar con los recursos financieros suficientes ni con el apoyo

de las autoridades políticas. Ello ha permitido el avance de grandes corporaciones multinacionales y la correspondiente apropiación de los beneficios comerciales por parte de un pequeño enclave situado dentro del sector agrícola nacional. Asimismo, han aparecido nuevos actores, los cuales, operando en sintonía con los intereses de las corporaciones multinacionales, facilitan y promueven la difusión de las nuevas prácticas agrícolas.

Las primeras sojas transgénicas importadas exhibían escasa adaptación al medio local. La variedad A-5403 y su derivada 40-3-2 no tenían un buen desempeño en las condiciones agroecológicas argentinas, por lo que la industria, para incorporar el gen respectivo, puso en marcha un acelerado programa de cruza y retrocruza con variedades convencionales de alto rendimiento y calidad, mediante el sistema de estación y contraestación. Gracias a ello, en el ciclo 2000/2001 había ya más de 40 nuevas variedades inscritas o en trámite de inscripción, de las más de 200 variedades lanzadas al mercado semillero argentino entre 1993 y 1999. La empresa Nidera alcanzó una participación de casi 67% en el mercado de semillas de soja transgénica, seguida por Dekalb, Monsanto y Pioneer Hi-Bred, a las cuales se suman algunas empresas nacionales como Don Mario, La Tijereta y Relmó (Lehmann y Pengue, 2000).

No obstante, las compañías se encontraron en este proceso con su talón de Aquiles, representado por las variedades autógamas, es decir, aquellas que, como la soja o el trigo, se autofecundan. Debido a tal circunstancia, los agricultores podían adquirir la nueva semilla, sembrar, cosechar y guardar una parte de las semillas para la campaña siguiente. La consecuencia principal de esta práctica, ampliamente difundida, era que los productores dejaban de depender de las compañías transnacionales para abastecerse de semillas transgénicas (Pengue, 2000). Para poner fin a esa posibilidad y retener el control de sus productos, protegidos por patentes, las empresas introdujeron modificaciones genéticas en las semillas que impedían la resiembra; más aún, produjeron semillas que sólo podían germinar mediante el uso de un arrancador químico, el cual obviamente vendían las mismas compañías. De esa forma, el agricultor se vio forzado a comprar semillas campaña tras campaña.

Debido al impacto social y ambiental que pueden provocar las nuevas tecnologías, la comunidad científica internacional, numerosas ONG y aun algunos de los propios impulsores de la biotecnología han expresado su rechazo a los procedimientos recién descritos. No obstante, las compañías multinacionales, lejos de detenerse, han perseverado en la misma línea, tendiente a intensificar el control sobre las semillas.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> En la actualidad, por ejemplo, parece estar bastante avanzado un proceso encaminado a obtener patente sobre la semilla de girasol.

Éste es, por lo demás, uno de los pilares en que descansa la industria biotecnológica, a saber, el apropiarse por cualquier medio —en este caso por medios biológico-moleculares— de la mayor parte posible de la renta sectorial. Hace 20 años, miles de compañías productoras de semillas participaban en el comercio mundial; en la actualidad, apenas 10 empresas controlan 33% de los 24.000 millones de dólares del mercado internacional de semillas, y 5 compañías agroquímicas dominan 66% de un mercado global de 30.000 millones de dólares, concentración que atenta directamente contra la independencia de los países de producción mayoritariamente agrícola. La cuestión fundamental es el control de la cadena alimentaria, y la semilla es el primer eslabón de esa cadena. Quien controle la semilla controlará la oferta de alimentos. En suma, la introducción de la ingeniería genética no sólo incide en la forma en que se desarrollan los cultivos, quién los maneja y en qué condiciones, sino que también incide en el derecho de los agricultores a reutilizar sus semillas (Shand, 2001).

A este respecto, vale la pena examinar lo ocurrido en Argentina con la soja. En una primera etapa, se comercializaron grandes volúmenes de semillas transgénicas, pero los agricultores las guardaron para resembrarlas e incluso venderlas en la denominada bolsa blanca que comenzó a proliferar por esas fechas. En tales circunstancias, las compañías productoras podían elegir dos vías: entrar en largos y complejos procesos judiciales por la violación de sus derechos de propiedad intelectual para exigir el pago de sus regalías, o bien seguir el camino antes enunciado, esto es, producir semillas estériles. Dada la situación de debilidad legal imperante en la materia, las compañías escogieron esta última senda, con lo cual aseguraron su control sobre las semillas e impusieron el uso de arrancadores u otras sustancias, logrando así el dominio monopólico del mercado (Alonso Vélez, 2001).

Por otra parte, las nuevas tecnologías, por lo menos aquellas que se están difundiendo actualmente, exigen una aplicación creciente de herbicidas, fertilizantes sintéticos, fungicidas y curasemillas en general. En 2000, sólo para aplicar el nuevo paquete tecnológico, fue necesario importar en Argentina casi 50 millones de litros de glifosato bajo diferentes formulaciones y concentraciones. Aunque 21 empresas intervinieron en la importación, 4 de ellas, Monsanto, Atanor, Dow y Nidera, controlan la mayor parte del mercado. En el rubro agroquímico, la participación de la industria nacional llega sólo a 16,6%, dado que 43,6% de estos compuestos son de origen extranjero y el 39,8% restante es preparado en Argentina fundamentalmente con elementos importados, como ocurre con el glifosato.

En los últimos tres años, el consumo de glifosato se multiplicó más de tres veces, en una progresión de 28 millones, 58 millones y 100 millones de litros, aumento asociado por cierto a las sojas RG y al cambio del patrón de uso de este herbicida único. La caída continua del precio internacional de las materias primas de origen acropecuario (Sen, 2000), la dependencia con respecto a los insumos y la necesidad de montos cada vez mayores de capital para el sostenimiento del negocio, obligaron a entrar en una escala de producción creciente, lo cual se tradujo en el predominio de las grandes unidades y en la exclusión de un elevado número de pequeños y medianos agricultores y, también, de productores campesinos.

Según sostiene Morello (1997), para que una ecozona, que es un espacio económico de producción, pueda considerarse como de agricultura sostenible, se requieren decisiones que van a contrapelo de la política de ajuste estructural que se ha estado aplicando en la mayoría de los países de la región. Tales decisiones tienen que ver con cambios en la tenencia y el uso de la tierra, en la estructura de los mercados, las subvenciones, la estructura y las prioridades de investigación y extensión agrícola, la autonomía política local, y la distribución y los precios de los alimentos y la materia prima industrial generada en el agro.

Por otra parte, Bergel (2001) sostiene que en Argentina se está muy lejos, en muchos aspectos, de una situación de agricultura sostenible. Mientras tanto, la aplicación de las tecnologías basadas en la ingeniería genética avanza en forma sostenida, amenazando con transformar radicalmente, en pocos años, la agricultura tradicional. Los ciudadanos asisten hoy, como meros espectadores, a un desordenado debate en que se esgrimen sin mayor análisis argumentos provenientes de diversos campos —científico, político, económico, ecológico y ético—, los cuales, en su conjunto, lejos de iluminar el camino, sólo contribuyen a crear mayor confusión e incertidumbre. No debe olvidarse que detrás de ese debate hay importantes intereses económicos que pugnan por prevalecer.

## **2. Consideraciones ambientales**

La biotecnología, especialmente la ingeniería genética, ha tenido durante la última década un desarrollo extraordinario en lo concerniente a investigación molecular. Dicho en forma general, tres han sido los acontecimientos que contribuyeron al desarrollo y la expansión de las nuevas prácticas. El primero fue el descubrimiento y la descripción de la molécula del ADN por James Watson y Frances Crick, merced a cuyos trabajos pudo saberse que el ADN tiene la forma de una doble hélice en espiral, integrada por dos cadenas entrelazadas y conectadas entre sí por bases. Hoy se sabe, asimismo, que todos los organismos tienen un

ADN similar en cuanto a estructura, funcionamiento y composición. Sin embargo, son muchos los aspectos que la ingeniería molecular no ha podido desentrañar aún, entre ellos el modo en que los genes interactúan entre sí dentro de una misma especie o entre especies distintas.

El segundo descubrimiento fue que cierto tipo de ADN bacteriano asume la forma de anillos flotantes llamados plásmidos. En la naturaleza, las bacterias suelen intercambiar plásmidos, característica que hace de éstos mensajeros o portadores ideales para llevar nueva información genética a las bacterias o a las células de las plantas.

El tercer hallazgo estuvo referido a la función que cumplen en la naturaleza ciertas enzimas especiales, llamadas de restricción, consistente en cortar la molécula del ADN y pegar entre sí los fragmentos resultantes. En la actualidad, se utilizan en forma corriente enzimas de restricción para cortar un gen de una molécula de ADN y abrir el plásmido. Ya que los extremos cortados del gen nuevo y del plásmido se atraen entre sí, la aplicación de otra enzima, denominada ligasa, permite unir firmemente en su lugar el nuevo gen. Así, por ejemplo, cuando los plásmidos son mezclados con bacterias en una probeta, penetran en la célula bacteriana y la inducen a producir proteínas o a realizar algún otro proceso dirigido por el nuevo gen.

Éste es el proceso mediante el cual se obtienen, a partir de bacterias, productos farmacéuticos como la insulina. No obstante, en el caso de las plantas, la ingeniería genética requiere un paso adicional: hallar un plásmido bacteriano capaz de depositar un nuevo gen en una célula vegetal. Ese plásmido se encontró, para ciertos tipos de plantas, en el *Agrobacterium tumefaciens*, bacteria que, en la naturaleza, transfiere un segmento de su plásmido inductor de tumores (It) al cromosoma de la célula de la planta. Por medio de las técnicas antes descritas, los genes causantes de los tumores se extraen del plásmido del *Agrobacterium* y se agrega un gen nuevo. Luego, el plásmido It es reinsertado en el *Agrobacterium*. Cuando se depositan algunos segmentos de tejido vegetal en caldos de cultivo con la bacteria genéticamente modificada, el *Agrobacterium* transfiere en forma natural el gen nuevo al cromosoma de la planta.

En 1983 quedaron demostrados varios hechos: primero, que este método podía aplicarse en plantas de hoja ancha como la soja; segundo, que el nuevo gen quedaba estabilizado permanentemente en el ADN de la planta, y, tercero, que era transmitido de generación en generación conforme a las leyes de la herencia. El paso siguiente consistió en cultivar tejidos para obtener plantas completas que presentaran ciertas características deseadas. Este proceso, que supone un salto tecnológico con respecto a los procesos evolutivos, no se da en la naturaleza o se da en forma muy escasa o atípica.

La intervención de la biología molecular debería finalizar aquí, para dar paso a otras disciplinas científicas que pudieran evaluar, con total independencia de criterio, los posibles riesgos de las nuevas tecnologías transgénicas. Sin embargo, como ello obligaría a invertir cuantiosos fondos en EIA y otros análisis que no guardan relación directa con el negocio corporativo, estos estudios no han recibido hasta ahora el impulso que merecen, pese a todos los argumentos presentados en tal sentido. Argentina no ha sido la excepción, sino la regla, a este respecto.

Como se desprende del examen de los escasos EIA que se tomaron en consideración en Argentina para la liberación de los primeros OGM, se prestó poca atención al impacto directo de los OGM sobre el ambiente, y menos aún a los impactos indirectos o los efectos complejos y en cascada que estos organismos podrían ejercer, en el mediano y largo plazo, sobre el ecosistema agrícola y los ecosistemas vecinos. También puede comprobarse que muchas de las recomendaciones contenidas en esos estudios, especialmente en el caso de las sojas RG, son sólo extrapolaciones extraídas de investigaciones hechas en otros ambientes y bajo otras condiciones de control.

Los impactos ambientales, en especial los que están ya claramente identificados, como el desarrollo de resistencia a los biocidas en malezas e insectos, los problemas de deriva o la acumulación de herbicidas, tienen una clara importancia económica, pues inducen directamente a un mayor uso de insumos, entre ellos los productos transgénicos, lo cual termina por configurar un círculo vicioso en que todo el problema es reducido a variables económicas, sin tomar en consideración la salud del ecosistema.

Según sostiene Gligo (1998), el paquete tecnológico de la soja transgénica tiene indiscutibles efectos contaminantes. Incluso antes de la constitución del Mercado Común del Sur (Mercosur), se había consignado que el uso de pesticidas seguiría aumentando, debido al incremento de la superficie dedicada a cultivos artificiales. La frontera agropecuaria argentina se ha expandido hacia el norte con soja y algodón, avanzando en muchos casos sobre ambientes de importante riqueza biológica, como ha sucedido en Las Yungas, una de las zonas de mayor biodiversidad del país. El efecto se incrementó aún más con la introducción de las nuevas sojas RG. En Argentina se ha duplicado de año en año el consumo de glifosato, lo que ha hecho de éste un insumo estratégico, casi de igual importancia que el gasóleo, por el papel esencial que cumple en el manejo agrícola promovido en el último tiempo.

Con la introducción de la siembra directa, se tendió a reemplazar el control cultural y de manejo de las malezas por el control estrictamente químico. Antes de la introducción de la siembra directa, se utilizaban

herbicidas sólo en una época del año, a saber, durante el barbecho o el descanso entre los cultivos, por lo cual no tenían un gran impacto ambiental. En el presente, por el contrario, con el cambio en el patrón de uso que acompaña a las nuevas técnicas, el glifosato se aplica casi en forma continua. Debido a la deriva y a su mayor concentración, el glifosato puede ocasionar una serie de efectos adversos, como la aparición de resistencia en las malezas, daños en la flora y fauna del ecosistema agrícola, y contaminación de las aguas, al filtrarse hacia las napas subterráneas.

Otro problema ambiental debe consignarse aquí, a saber, la aparición de malezas tolerantes o resistentes a los herbicidas. No se tiene registro de que durante la vigencia del modelo agrícola anterior hayan brotado, en la región o en el mundo, malezas de este tipo. No obstante, tal fenómeno se ha manifestado ya con cierta fuerza en modelos agrícolas muy semejantes al de Argentina, entre ellos el australiano (Pratley y otros, 2000), y también ha comenzado a hacerse presente en el ámbito nacional (Papa, Felizia y Esteban, 2000). En efecto, varias malezas de la región pampeana parecen haberse vuelto tolerantes a las dosis recomendadas de glifosato.<sup>3</sup> Ello obliga a aumentar los volúmenes aplicados, con sus inevitables consecuencias ambientales, y es probable que en el futuro haya que reemplazar el glifosato por otras sustancias, seguramente asociadas a nuevos productos transgénicos, con algunas de las cuales ya se está experimentando.<sup>4</sup> Sin embargo, no sólo en condiciones experimentales, sino en la práctica diaria del campo, los agricultores se han visto forzados a aumentar las dosis de glifosato, al comprobar que las dosis recomendadas tienen un desempeño cada vez más pobre.

Si bien el glifosato ofrece menos riesgos que los herbicidas restantes, no puede decirse lo mismo de los productos que se aplican junto con él para mejorar su absorción, como los coadyuvantes o surfactantes, que en ciertas condiciones pueden resultar más tóxicos para el medio silvestre que el herbicida mismo. Por ejemplo, algunas de las formulaciones más comunes de glifosato contienen coadyuvantes que son dañinos para el desarrollo de peces y otros organismos acuáticos.

Los ecosistemas más afectados por los herbicidas son aquellos sujetos a aplicaciones directas o que se encuentran en las cercanías de las zonas de aplicación y, también, los ecosistemas acuáticos, que reciben los herbicidas por escurrimiento. De una u otra forma, los agroquímicos y

---

<sup>3</sup> Entre ellas figuran malezas tales como *Parietaria debilis*, *Petunia axilaris*, *Verbena litoralis*, *Verbena bonariensis*, *Hybanthus parviflorus*, *Iresine diffusa*, *Commelina erecta* e *Ipomoea sp.*

<sup>4</sup> Como el glufosinato de amonio, la sulfonilurea, las piridinas, las triazolpirimidinas, el clorosulfuro, el bromoxinil, el bialafos y la atrazina.

fertilizantes pueden alterar la estructura, función y productividad de los ecosistemas.

En otro orden de cosas, no deja de tener importancia para América Latina y el Caribe el impacto que los transgénicos pueden ejercer sobre los centros de biodiversidad y los centros de origen de los cultivos agrícolas, esto es, respectivamente, aquellos sitios donde se concentra la mayor riqueza de poblaciones emparentadas y aquellos de donde se tomaron primeramente las variedades silvestres que luego habrían de ser domesticadas (Pengue, 2000). Estos centros constituyen la reserva mundial de genes y caracteres agronómicos de utilidad, y han sido la fuente principal de los recursos utilizados por los fitomejoradores en todos los planes de selección. Son, en definitiva, los centros de conservación in situ de una inmensa variabilidad de especies, así como una de las vertientes principales de la riqueza sociocultural de los pueblos que se nutren de tales recursos. Si la revolución verde trajo como consecuencia la uniformidad y la reducción de la base genética de los cultivos, estos fenómenos se han intensificado hoy por la liberación, cada vez más frecuente, de nuevas líneas transgénicas, las cuales, a su vez, producen el efecto adicional de reducir todavía más la variabilidad intraespecífica. Aunque la respuesta lógica ante esta situación debería ser la de tomar todas las medidas necesarias para resguardar los centros de biodiversidad y los centros de origen, todo indica que está sucediendo precisamente lo contrario, como queda de manifiesto, en México, con el maíz Bt o con el arroz dorado en Asia, cuyos cruzamientos ya se han encontrado en razas nativas. Los recursos genéticos, como bien público de la humanidad, deberían ser puestos a salvo de los intereses comerciales de corto plazo.

Esta situación obedece al hecho de que determinados genes, con ciertas características mejoradas, pasan de las especies transgénicas a sus parientes silvestres, lo cual puede tener un efecto en cascada sobre el ecosistema y el entorno social. Pequeñas alteraciones genéticas, impredecibles en su expresión e interacción, pueden ocasionar grandes cambios ecológicos. Es lo que puede ocurrir, por ejemplo, con una variedad nueva que posea mayor resistencia a insectos, virus y bacterias, o mayor tolerancia a los herbicidas y las bajas temperaturas, y tenga al mismo tiempo una mayor capacidad de adaptarse a entornos antes desfavorables. Si la nueva característica logra implantarse en ciertos biotipos de una población vegetal, con seguridad habrá de desarrollarse, gracias a su mayor capacidad de adaptación, en detrimento de las otras poblaciones de la especie, con el consiguiente impacto sobre el banco genético de ésta. Ello podría redundar, a la larga, en la disminución o la desaparición de las otras poblaciones.

Otro aspecto que debe preocupar es el efecto dispersivo que el flujo de genes puede tener sobre ecosistemas naturales que están rodeados de cultivos transgénicos. Ciertas especies podrían recibir de estos últimos una cantidad de polen mucho mayor que la proveniente de sus propios congéneres, lo cual provoca la llamada introgresión génica. Si los caracteres exitosos son asimilados, la nueva especie pasará a ser dominante y tenderá a excluir a las otras. El gran peligro que entrañan algunos transgénicos reside en la posibilidad de que, una vez liberados, se conviertan en invasores biológicos que eliminen a las variedades competidoras y a los depredadores que los controlan (Di Castri, 2000).

El fenómeno de transferencia genética horizontal ha sido constatado entre bacterias que viven en el medio ambiente marino (Frischer, Stewart y Paul, 1994), en aguas no salinas (Ripp y otros, 1994) y en el suelo (Neilson y otros, 1994). Esta transferencia puede ocurrir de modo inmediato por la absorción de ADN liberado al medio ambiente; por otra parte, los microorganismos transgénicos suelen difundirse a través de las poblaciones bacterianas sinérgicas que hay en los suelos en que se cultivan plantas transgénicas, o en los medios acuáticos donde se crían peces y mariscos transgénicos.

Es preciso realizar, en el plazo más breve posible, estudios sobre la aparición de resistencia a los nuevos productos Bt, especialmente en lo referido al maíz y el algodón, pues se ha comprobado ya que esa posibilidad existe. Hasta hace pocos años, los investigadores abrigaban la esperanza de que la agregación de múltiples formas de Bt a un cultivo permitiría diversificar los modos de eliminación de las toxinas Bt, lo cual eventualmente contribuiría a resolver los problemas de resistencia; pero la idea debió abandonarse cuando se constató que los insectos resistentes a un tipo de toxina Bt eran también resistentes a toxinas a las que no habían sido expuestos, fenómeno que se conoce como resistencia cruzada.

Hasta ahora se estimaba poco probable encontrar alelos resistentes en poblaciones de insectos susceptibles al Bt. Sin embargo, ya se ha comprobado que una oruga, la *Plutella xylostella*, ha desarrollado resistencia al Bt. Aparentemente, un gen recesivo le confiere resistencia a cuatro tipos distintos de toxinas Bt: Cry1Aa, Cry1Ab, CryAc y Cry1F. Ello parece indicar que las plagas pueden desarrollar resistencia a algunos grupos de toxinas de modo mucho más rápido de lo previsto. Los insecticidas microbianos no han escapado al problema de la resistencia, que muchos esperaban estuviese limitado a los agroquímicos convencionales. En los últimos años, por lo menos 12 especies de insectos —entre ellas *Heliothis virescens*, *Culex quinquefasciens*, *Aedes aegypty*, *Trichoplusia ni*, *Spodoptera litoralis* y *Spodoptera exigua*— han presentado ya resistencia en ensayos de laboratorio, y dos especies —*Plodia interpunctella* y la ya mencionada

*Plutela xylostella*— la han presentado en poblaciones silvestres. En consecuencia, sería erróneo suponer que las especies involucradas no tienen la capacidad genética de adaptarse a los nuevos productos Bt.

Llama la atención que la única medida propuesta y llevada a la práctica en las zonas de liberación de maíz o algodón transgénicos sea la preparación y manejo de refugios, es decir, de áreas de siembra de rubros convencionales, las cuales tienen por objetivo teórico mantener la plaga en un grado de desarrollo que permita controlarla, y que permita asimismo la interacción de esos rubros con otros individuos de su especie, pues de ese modo se cruzarían individuos tolerantes e individuos vulnerables. También llama la atención la directiva dictada al respecto, conforme a la cual todas las tareas pertinentes, esto es, la preparación y el mantenimiento de los refugios, las labores de monitoreo y control, y la responsabilidad de dar la primera alarma, deben estar principalmente a cargo de los agricultores.

Para profundizar en el conocimiento de estos fenómenos, se han utilizado modelos de simulación, de los cuales se desprende que el tamaño mínimo del refugio, si se supone que los cultivos Bt se manejan con dosis altas de biocidas, debería equivaler a 4% de la superficie involucrada (control de 90%). Sin embargo, es probable que en muchos casos se esté trabajando con dosis moderadas de biocidas. Si se parte de este último supuesto, el tamaño recomendado del refugio no bastaría para manejar la resistencia de la plaga. Si se utilizan dosis moderadas de biocidas o si se supone que las dosis altas no matarán más de 75%, 85% o 95% de los individuos susceptibles, el tamaño del refugio, según se infiere de los modelos de predicción, debería oscilar entre 30% y 50% de la superficie sembrada con cultivos transgénicos (Gould, 1997).

En conexión con el surgimiento y el manejo de la resistencia, conviene analizar el impacto que ello puede tener sobre los genes susceptibles. Éstos se hallan presentes en todas las plagas y patógenos que ha utilizado el ser humano, desde los albores de la civilización, para controlar las pestes. Son, por consiguiente, recursos naturales que constituyen un bien público (Whalon, 1997). El uso incorrecto de estos recursos puede derivar en una presión de selección que redunde en la determinación casi exclusiva de genes de resistencia, lo cual haría inmunes a las plagas frente a todo intento de control. Por ello, la desaparición de genes susceptibles representaría una pérdida de diversidad genética, que se traduciría a su vez en la degradación del genoma de la especie.

También habría que examinar el impacto de los productos Bt sobre aquellos organismos que no son su objetivo específico. En un estudio acerca del algodón Bt realizado en China, Xia y Cui (2000) llegaron

a resultados interesantes en lo que concierne a los efectos sobre las poblaciones de controladores biológicos.

### **3. Consideraciones socioeconómicas**

Pese a que en Argentina se ha incrementado la productividad física de los cultivos de exportación —soja, girasol, maíz y trigo— y se ha expandido la superficie cultivada, hasta cubrir incluso zonas ambientalmente vulnerables, diversos indicadores socioeconómicos demuestran que se está ingresando a un modelo de “subdesarrollo sustentable”, expresión acuñada por Cavalcanti con respecto a Brasil.

En su éxodo hacia las ciudades en busca de nuevos empleos o mejores oportunidades de trabajo, los emigrantes rurales se encuentran hoy con mercados laborales sumamente cerrados, o bien abiertos sólo para ocupaciones mal pagadas. La pobreza y la indigencia han aumentado significativamente en las ciudades, las franjas periurbanas y en el mismo campo. En los últimos 10 años, el número de pobres en las áreas urbanas y periurbanas de Buenos Aires pasó de 2.327.805 a 3.466.000, esto es, un aumento de 148%, al tiempo que la indigencia aumentaba de 324.810 a 921.000 personas, es decir, se elevaba en una proporción aún mayor (184%). Según se estima, de una población total de 37 millones de personas, casi 15 millones de argentinos (40%) entran en la categoría de pobres. Por otra parte, 40% de las explotaciones rurales pueden ser consideradas como pobres, sin acceso a capital de trabajo ni a recursos tecnológicos modernos. En algunas zonas, el porcentaje de explotaciones rurales pobres se eleva todavía más, llegando a 60% en la región del noroeste y a 61% en la del noreste.

Por lo general, en el país se han aplicado, siempre que lo consintiera la relación costo-beneficio, las tecnologías agropecuarias más modernas, con el objeto de poner al día su modelo exportador. Pese al alto ritmo de adopción tecnológica, en Argentina se ha utilizado en general una proporción de insumos, especialmente de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, muy inferior a la de sus competidores, los Estados Unidos y diversos países de Europa, gracias a lo cual el país era reconocido hasta hace poco en el ámbito mundial como productor de alimentos naturales. Además, el adecuado sistema de rotación de cultivos agrícolas y de ganadería permitía mantener la estabilidad ambiental y económica. Ello se ha visto perturbado ahora por la agricultura industrial, que presiona con fuerza sobre los recursos y se sostiene en el uso intensivo de herbicidas y fertilizantes, la mayoría de ellos importados. En Argentina se exportan anualmente alrededor de 3.500.000 toneladas de soja, trigo, maíz y girasol, sus principales cultivos. La soja, motor

de las exportaciones agrícolas, representa casi 50% de esa cifra. No obstante, se ha inducido a los agricultores a comprometerse cada vez más con el camino artificial, como lo prueba el aumento de la aplicación de fertilizantes sintéticos, en reemplazo de las conocidas y eficientes prácticas de manejo, recuperación y rotación de los suelos.

Los sistemas mixtos han cedido su lugar a la producción agrícola exclusiva y a la adopción de nuevos cultivares e híbridos, como sojas RR, nuevos híbridos de alto potencial y trigos franceses. Ello se vincula directamente a la intensificación del uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, promovida por las empresas vendedoras de semillas, las asociaciones de empresarios agrícolas y diversas instituciones oficiales. En definitiva, se avanza hacia una "agriculturización", o más bien hacia una "sojización", no sólo de la pampa argentina, sino de toda la zona que comprende las áreas productivas de Bolivia, el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay, todas con salida por el Paraná.

#### **4. Aumento de escala, nuevos actores y desaparición de pequeñas y medianas empresas agropecuarias**

En Argentina se ha adoptado masivamente la tecnología del ADN recombinante, pero no puede decirse que los beneficios de la nueva técnica hayan alcanzado por igual a todos los agricultores que han emprendido esa senda, en especial los medianos y pequeños. En efecto, sus costos de producción han aumentado a causa de diversos factores, como la presión impositiva y bancaria, las dificultades de acceso a los insumos y la dependencia con respecto a los insumos importados.

El conocido problema del manejo de malezas, especialmente en el caso de la soja, fue la punta de lanza para que este rubro ingresara en forma tan exitosa, desde el punto de vista empresarial, en Argentina. El control de malezas absorbía aproximadamente 40% de los costos de control de la producción, a lo cual debía sumarse el manejo combinado de herbicidas sumamente complejos, poco accesibles para el promedio de los agricultores. La llegada de las sojas RR, con su simplicidad, y el bajo costo relativo del herbicida glifosato, dieron origen a una demanda de semillas y agroquímicos nunca antes vista en el país.

Tal proceso estuvo acompañado de un aumento en la concentración de las explotaciones y de la entrada en funciones de una nueva generación de agricultores, que han sido más proclives a las innovaciones y el productivismo que a la calidad y la mejora de la cadena de valor. El segmento más atractivo para las empresas vendedoras de semillas, fertilizantes y agroquímicos está representado por los

grandes agricultores, que necesitan producir bienes en gran escala para compensar la baja tendencial de precio de éstos, ocasionado en parte por el aumento de los excedentes generado por su propia producción. Todo ello dificulta la supervivencia de los pequeños y medianos agricultores, los cuales, seriamente endeudados desde mediados de la década de 1990, no pueden resistir económicamente. He aquí algunas cifras ilustrativas al respecto: entre 1993 y 1999, el precio de la soja cayó 28%, y entre 1992 y 1999, el número de productores de la zona pampeana se redujo de 170.000 a menos de 116.000, es decir, una disminución de 32%, al tiempo que aumentaba de 243 a 357 hectáreas la superficie promedio de las unidades productivas.

Según estimaciones de la Federación Agraria Argentina, en la pampa húmeda desaparecían tres establecimientos al día el mismo año en que se lograba la cosecha más grande de la historia. Las deudas del sector en su conjunto llegan en la actualidad a 12.000 millones de dólares, y muchos agricultores no pueden hacer frente a la crisis. En estos momentos quedan aproximadamente 100.000 agricultores en la pampa húmeda, que compran en conjunto insumos por un valor de 1.300 millones de dólares. De estos agricultores, 31.000 medianos y grandes adquieren insumos por un monto cercano a 880 millones de dólares (70%), mientras que los casi 70.000 pequeños agricultores y campesinos restantes compran sólo el equivalente a 30% del valor de los insumos.

El cambio generacional verificado en la región pampeana se ha dejado sentir también en otros planos. En efecto, una proporción importante de los productores son ahora personas de alrededor de 40 años, una de cada cuatro de las cuales tiene título profesional o terciario, y están desarrollando grandes habilidades agronómicas, de gestión y comerciales debido a la presión por elevar el rendimiento.

De esa manera, el modelo hoy imperante responde a la utilización de las mejores variedades comerciales y la aplicación intensiva de agroquímicos, lo que convierte a aquéllas en variedades de alta respuesta —y no, como se dice, de alto rendimiento—, pues es necesario proporcionar nutrientes a las plantas para que se desarrollen. Por ello, ha aumentado también la superficie fertilizada: de hecho, 70% de la superficie de maíz y de trigo está siendo abonada. El consumo de urea y fosfato diamónico en los cultivos de trigo y maíz es de más de 1 millón de toneladas, vale decir, seis veces superior al de la década anterior. A eso debe sumarse el uso de fungicidas y curasemillas, insumos antes poco utilizados, que hoy son de empleo cada vez más frecuente en los cultivos de trigo y soja (10% y 90% respectivamente).

Por otra parte, hay marcadas diferencias, dentro de la misma región pampeana, entre los productores del sudeste bonaerense y los

del sur de Santa Fe. Los primeros cuentan con una superficie promedio mayor, de 429 hectáreas; 37% tienen estudios universitarios y terciarios; 33% reciben asesoramiento externo, y sólo 10% viven en el campo. En el sur de Santa Fe, en cambio, la superficie media es de 180 hectáreas; 17% de los agricultores tienen estudios terciarios; 21% reciben asesoramiento externo, y casi 40% siguen viviendo en el predio.<sup>5</sup> Ello se manifiesta también en pautas culturales diferentes; por ejemplo, los productores del sur de Santa Fe muestran cierta resistencia al cambio, lo que parece indicar que aún no han sido absorbidos plenamente por el modelo agrícola intensivo.

Cabe acotar que el proceso de concentración de las explotaciones se observa también, y en mayor grado, en los Estados Unidos: de 24 millones de agricultores que había en ese país hace unas décadas, hoy restan sólo 4 millones. Por efecto del intenso proceso de concentración, 17% de las explotaciones estadounidenses aportan hoy 75% de la producción agrícola, mientras que en Argentina las cifras correspondientes son de 37% y 75%. Ello parece dar a entender que en Argentina, cuyo sistema agrícola es muy similar al estadounidense en aspectos agronómicos, técnicos y hasta sociológicos, hay todavía un número excesivo de agricultores, muchos de los cuales serán expulsados en poco tiempo del sistema si prevalece la actual tendencia.

La situación se hace aún más compleja debido al hecho de que los productores más pequeños no cuentan ya con un sistema de agremiación que los proteja y los ayude a velar por sus intereses. Las antiguas organizaciones rurales, como la Federación Agraria Argentina, la Confederación Intercooperativa Agropecuaria Argentina (CONINAGRO), la Confederación de Agrupaciones Rurales de Buenos Aires y la Pampa (CARBAP) y hasta la otrora poderosa Sociedad Rural Argentina (SRA), han cedido su lugar a organizaciones sumamente fuertes, como la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), que defienden intereses específicos en toda la cadena agroalimentaria. Pese a todo, últimamente han entrado en escena movimientos campesinos que expresan su insatisfacción por el avance de las grandes corporaciones.

Para enfrentar la expansión de los establecimientos grandes, es importante que se fortalezca la agricultura familiar y que los campesinos y pequeños productores se asocien en cooperativas. Esto último puede representar una solución también en otro plano, pues de esa manera los

---

<sup>5</sup> La unidad de escala económica equivale a 320 hectáreas, lo que significa que los predios del sur de Santa Fe tienen una superficie media bastante inferior a aquélla.

establecimientos pequeños podrían acceder en común a las maquinarias y demás insumos, con lo cual se abrirían nuevas oportunidades de trabajo.

## 5. Consideraciones finales

El actual modelo agrícola argentino se sustenta en el uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, el incremento de la escala de las unidades productivas y la siembra de nuevos territorios con cultivos transgénicos. Las grandes empresas transnacionales ponen la mira fundamentalmente en dos mercados de la región: el de Brasil, con más de 14 millones de hectáreas sólo en sus principales estados sojeros, y el de México, centro de origen del maíz. La conquista de estos mercados favorecería el aumento de la producción y el consumo de agroquímicos, especialmente de herbicidas, y estimularía por otra parte la competencia, con lo cual podría acentuarse la tendencia a la baja de los precios en el mercado mundial. El modelo dominante está asociado, en lo esencial, a los siguientes rasgos: intensificación del uso de tecnología en alto grado dependiente de insumos importados; concentración de la renta; apropiación privada de los recursos genéticos; privatización de los beneficios de la ciencia y la tecnología, y degradación creciente de los recursos naturales.

Aparentemente, el enfoque determinista que acompaña el desarrollo basado en la ingeniería genética coincide con el planteamiento productivista, que apunta únicamente a la reducción de los costos por medio del aumento de la productividad, sin prestar atención al valor agregado, postura que ha llevado a la concentración de la tierra y a una escasa generación de nuevos puestos de trabajo.

La biotecnología agrícola se asemeja, en muchos aspectos, a la revolución verde. El fracaso de esta última como estrategia para un desarrollo agrícola sostenible y generalizado, hace pensar que tampoco la biotecnología podrá ofrecer soluciones satisfactorias para el desarrollo rural, a causa sobre todo de las restricciones que le impone la ecología (Sevilla Guzmán y otros, 2000). Por otra parte, cabe hacer notar que en ningún país de América Latina y el Caribe las investigaciones en biología molecular se han desarrollado hasta un punto en que sus eventuales productos pudieran hacerse acreedores a una patente comercial; los países de la región son, en este sentido, meros compradores y difusores de productos transgénicos, y deben destinar parte de su renta al pago de patentes y a la compra de insumos importados. Los organismos estatales como el INTA y el CONICET, así como ciertas universidades, responsables de algunos de los escasos desarrollos valiosos que se han

logrado en Argentina para la solución de problemas locales, se hallan hoy casi sin presupuesto y en condiciones en extremo precarias. Es muy posible que en breve sus investigaciones hayan pasado a poder de la empresa privada, que ya ha mostrado interés en tal sentido, como ha ocurrido con los trabajos sobre maíz, girasol y tomate. Por otra parte, los institutos públicos están perdiendo a sus principales investigadores, cuyos estudios encuentran buena acogida en las compañías internacionales, como sucedió, por ejemplo, con el programa sobre algodón que llevaba adelante el INTA en la zona chaqueña.

Frente a lo anterior, cabe pensar que un sistema de producción alternativo, en que se hiciera uso intensivo de tecnologías de proceso más fácilmente apropiables por los pequeños y medianos agricultores (Altieri y otros, 1999), permitiría recuperar y revalorizar su producción, crear empleos más calificados y estables, y manejar en forma adecuada los recursos, con una menor degradación ambiental y una asignación energética eficiente en el agroecosistema. A estos efectos favorables habría que sumar el aporte que pueden hacer los pequeños y medianos agricultores al producto nacional, la mejora de la distribución de la renta interna nacional, y el manejo racional y sustentable de los recursos naturales. Hay ejemplos en tal sentido, entre ellos el exitoso programa de producción de alimentos orgánicos llamado Prohuerta, que abastece de hortalizas y aves, durante todo el año, a cerca de 3 millones de argentinos que viven en condiciones de extrema pobreza en las áreas urbanas, periurbanas y, en menor medida, rurales. Por otra parte, hay en el mercado externo una notable demanda de productos "verdes", especialmente en los países de más altos ingresos, donde aún sería posible demostrar que muchos de los productos de la región son inocuos y de origen natural. Ésta es una perspectiva particularmente interesante para los pequeños y medianos establecimientos agropecuarios, que podrían encontrar en ese filón nuevas opciones productivas, como la especialización en productos orgánicos, derivados de una agricultura de bajos insumos y de una ganadería extensiva, productos que cuentan con una demanda no desdeñable en los mercados mundiales.

En efecto, esta opción podría constituir una salida para los pequeños y medianos establecimientos, que aún cubren, sólo en la región pampeana, 51% de la superficie total, a lo que podrían sumarse muchas economías regionales que se encuentran hoy en franco retroceso y en vías de desaparición. Sólo en los países de la UE, compradores tradicionales de bienes agropecuarios argentinos, el mercado de productos orgánicos involucra unos 7.300 millones de dólares anuales; por su parte, el mercado mundial alcanza un valor de 16.000 millones de dólares al año, y todo indica que se halla en expansión. En suma, el sector agropecuario argentino tiene mucho que ofrecer a estos mercados con sus productos

naturales certificados, tanto en lo que se refiere a producción extensiva (ganadería, cereales y oleaginosas) como intensiva (frutas, hortalizas, olivos, miel y yerba).

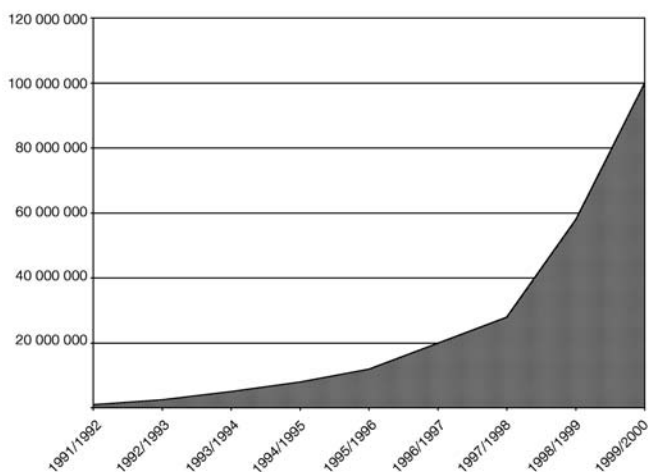
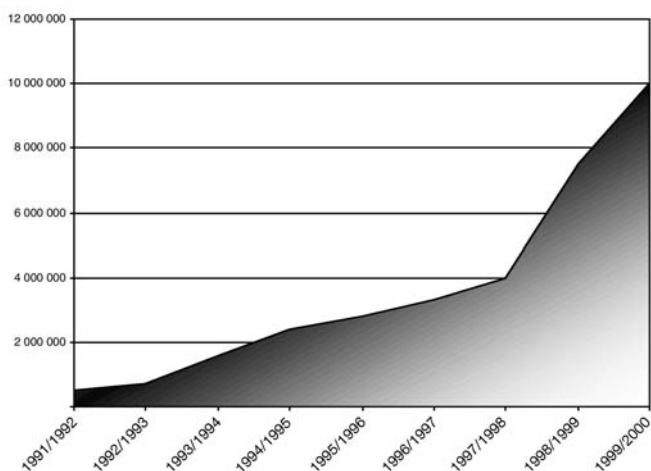
Al comienzo de este artículo se aludió a la importancia que tenía la soja para el país en cuanto al volumen de las exportaciones, pero se denunciaron también, como elementos negativos, la dependencia creciente en que se encuentra este rubro con respecto a insumos extranjeros y sus impactos ambientales y sociales. Si los agricultores del país se fijaran el objetivo de cubrir 10% de la demanda mundial de productos orgánicos en pocos años, no sería improbable que en 2006 las exportaciones correspondientes alcanzaran un valor 6.000 millones de dólares. Ello permitiría incrementar en más de 23% las exportaciones totales y en más de 45% las exportaciones agroindustriales.

Es mucho lo que el Estado puede hacer para definir una política agropecuaria de desarrollo sostenible, pero muy poco lo que efectivamente ha hecho en tal sentido. Hasta ahora se han tomado sólo medidas coyunturales, incluso de claro apoyo a los productos derivados de la ingeniería genética, y no se advierte la decisión de propiciar una estrategia participativa de expansión y reconocimiento de nuevos productos. Incluso se podría dar cabida, si tuviesen aceptación entre los consumidores, a algunos productos biotecnológicos, como alimentos especiales o nuevos rubros farmacéuticos.

Posiblemente, la ingeniería genética ha llegado en un momento poco oportuno de la historia de la humanidad, en que prevalecen el individualismo, el afán de lucro inmediato y la mercantilización de la naturaleza y la ciencia. Habría que analizar a fondo cuál podría ser una distribución de costos y beneficios más equitativa, y desarrollar una agenda propia e independiente acerca del modo de favorecer, sobre la base de estos nuevos desarrollos, a los más desprotegidos y subalimentados de un país como Argentina, que por otra parte desborda de alimentos. Sólo por medio de una visión sistémica se podrá aprovechar todo el potencial de cada herramienta, para utilizarlo de acuerdo con las condiciones particulares de cada ambiente productivo, evitando la peligrosa simplificación que se está ofreciendo hoy a los productores. Las técnicas transgénicas son componentes de un paquete tecnológico que aún debe demostrar su sustentabilidad. Por ese motivo, en países ricos en biodiversidad, suelo y clima como son los de América Latina y el Caribe, debería reflexionarse seriamente acerca del camino a seguir, o comprender por lo menos que no hay un camino único, y que su biodiversidad no es sólo ecológica, sino también sociocultural (Morello y Pengué, 2000). Es preciso, por último, que académicos, políticos y la sociedad toda reflexionen acerca del impacto de las nuevas tecnologías,

con la profundidad y la prudencia necesarias, a partir de la integración de múltiples disciplinas y puntos de vista y la comprensión de la complejidad que es propia de los sistemas socioecológicos (Gallopín y otros, 2000).

Gráfico VII.1  
EVOLUCIÓN DE LA SIEMBRA DIRECTA, CONSUMO DE GLIFOSATO, SOJAS RG  
Y VENTAS DE SEMBRADORAS DURANTE LOS NOVENTA EN ARGENTINA



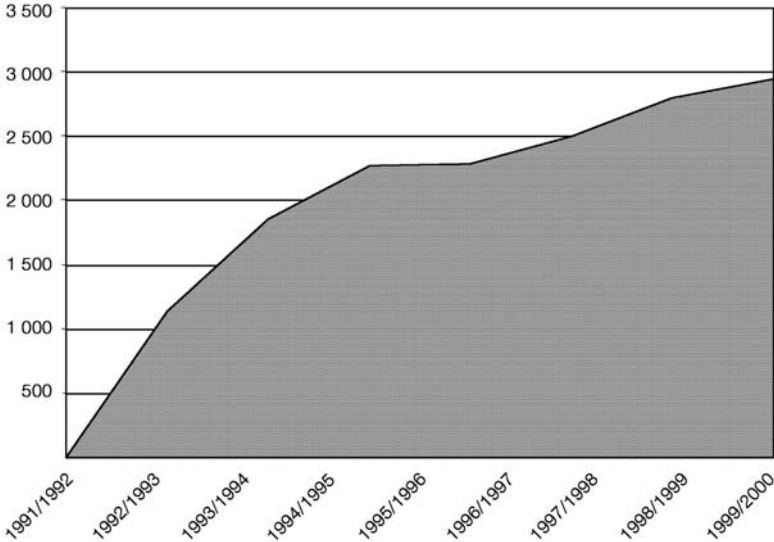
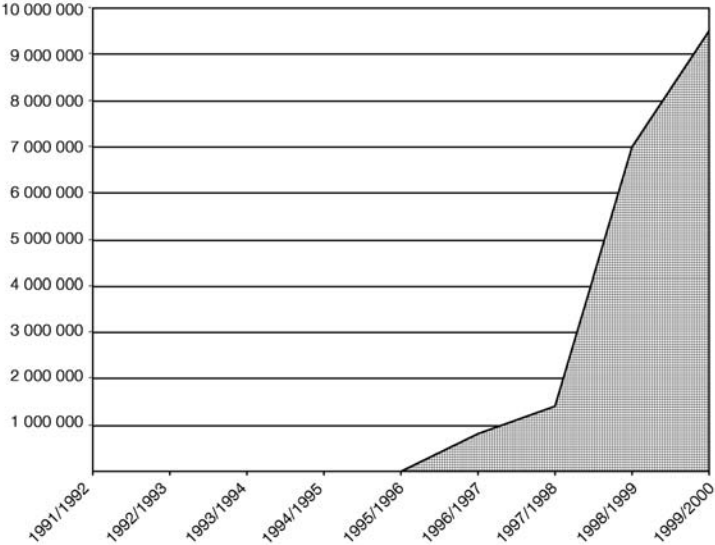


Gráfico VII.2  
 NÚMERO DE VARIEDADES DE SOJA (CONVENCIONAL Y TRANSGÉNICA) LIBERADAS  
 COMERCIALMENTE AL MERCADO ARGENTINO

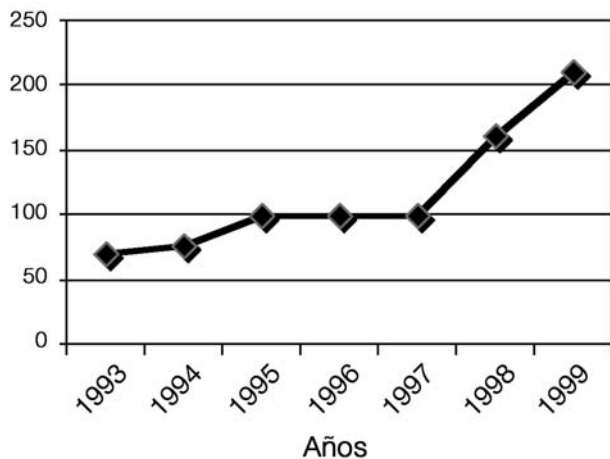
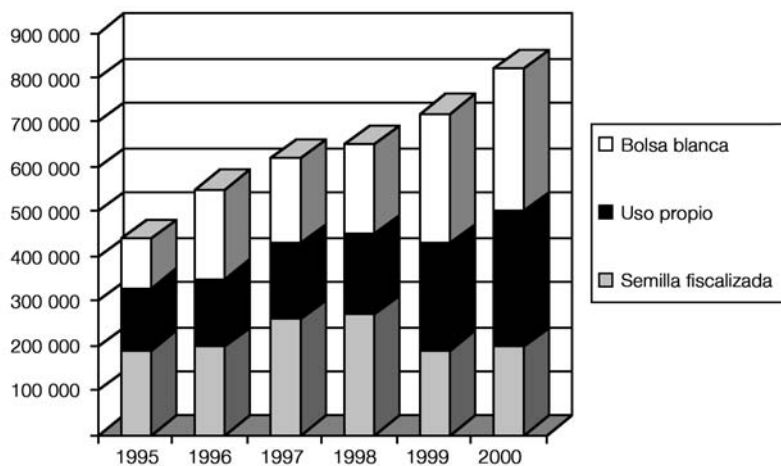
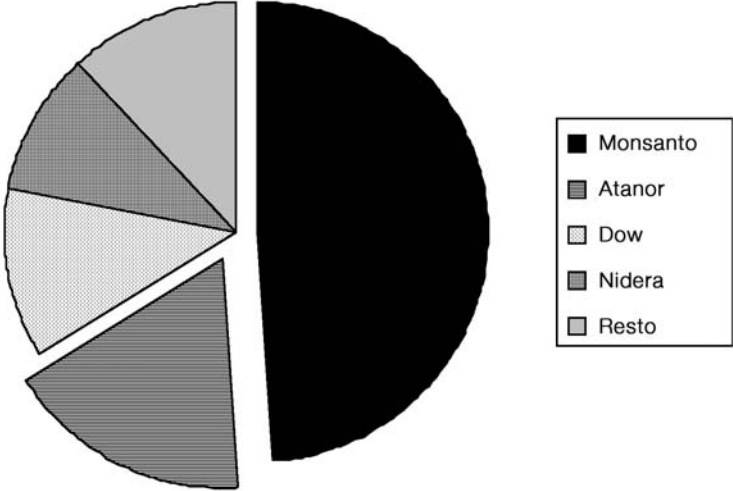


Gráfico VII.3  
 SEMILLAS DE SOJA DISPONIBLES PARA SIEMBRA EN EL MERCADO ARGENTINO



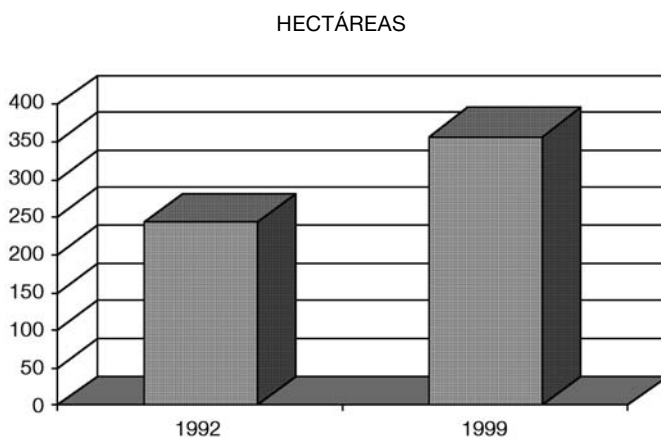
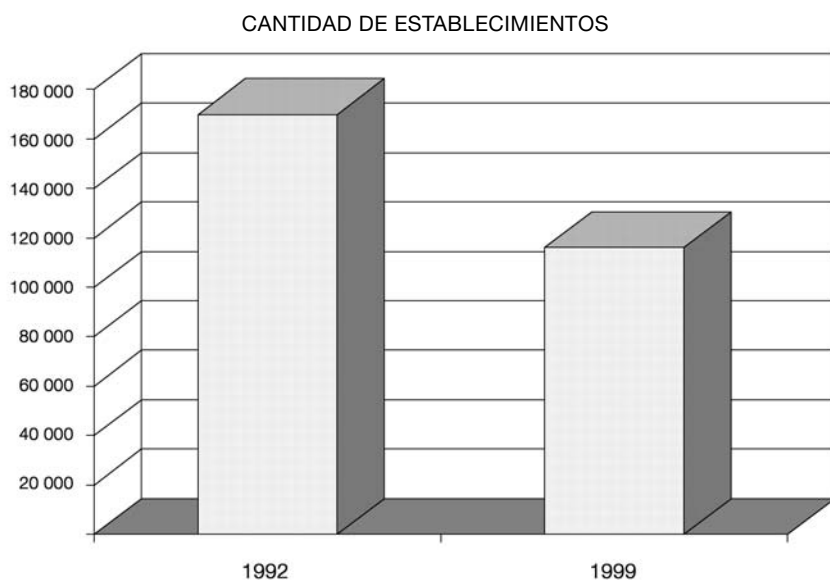
Fuente: Elaboración propia en base a datos difundidos por ARPOV, 2000.

Gráfico VII.4  
IMPORTACIONES DE GLIFOSATO (CONCENTRACIONES DEL 48/70/74/75/85/95) EN  
EL MERCADO ARGENTINO EN EL AÑO 2000



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Confederaciones Rurales Argentinas, CRA, 2000.

Gráfico VII.5  
ESTABLECIMIENTOS RURALES Y ESCALA PRODUCTIVA (ZONA PAMPEANA).



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Mora y Araujo Consultores, 2000, Lehmann y Pengue, 2000, Biotechnology Monitor.